

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11225288 A

(43) Date of publication of application: 17.08.99

(51) Int. Cl H04N 5/335
H01L 27/148

(21) Application number: 10135003

(71) Applicant: ETOH TAKEHARU

(22) Date of filing: 18.05.98

(72) Inventor: ETOH TAKEHARU
MUTO HIDEKI

(30) Priority: 03.12.97 JP 09332823

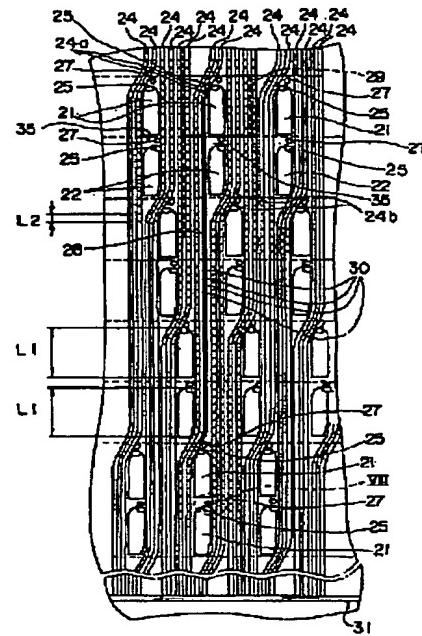
(54) IMAGE PICKUP ELEMENT AND ELECTRONIC
CAMERA PROVIDED WITH THE IMAGE PICKUP
ELEMENT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the wiring structure for the straight line CCD type image pickup element which is easily processed while ensuring a sufficient aperture rate.

SOLUTION: The image pickup element is provided with a CCD type electric signal transfer path 24, photoelectric conversion means 21, 22 that convert luminous intensity into an electric signal, a means 35 that transfers the electric signal from the photoelectric conversion means 21, 22 to the transfer path, and a means 27 that discharges the electric signal from an element positioned at a lower end of each block or just above the lower end to the outside of the element. Two adjacent electric signal transfer paths 24 are used for one set and the photoelectric conversion means 21, 22 are respectively provided to the left and the right of the sets.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-225288

(43) 公開日 平成11年(1999)8月17日

(51) Int. C1.^o
H 0 4 N 5/335
H 0 1 L 27/148

識別記号

F I
H 0 4 N 5/335
H 0 1 L 27/14

P
B

審査請求 未請求 請求項の数8

O L

(全13頁)

(21) 出願番号 特願平10-135003
(22) 出願日 平成10年(1998)5月18日
(31) 優先権主張番号 特願平9-332823
(32) 優先日 平9(1997)12月3日
(33) 優先権主張国 日本 (JP)

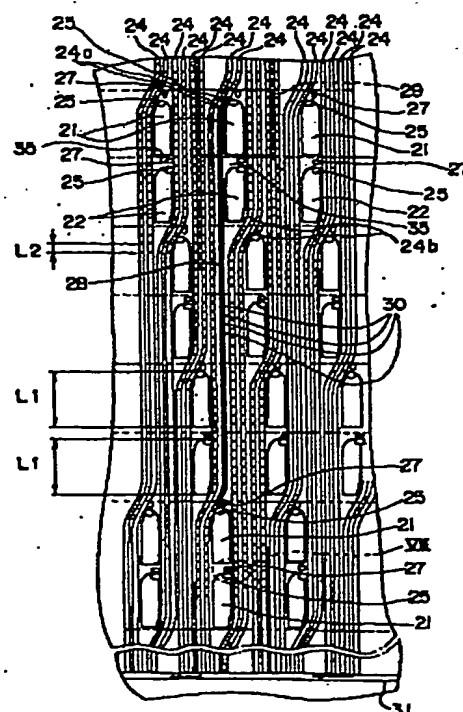
(71) 出願人 591128888
江藤 剛治
大阪府箕面市粟生間谷東7丁目21番2号
(72) 発明者 江藤 剛治
大阪府箕面市粟生間谷東7丁目21番2号
(72) 発明者 武藤 秀樹
神奈川県小田原市久野291番地の4
(74) 代理人 弁理士 青山 蔦 (外3名)

(54) 【発明の名称】撮像素子及び該撮像素子を備える電子式カメラ

(57) 【要約】

【課題】 延直CCD型の撮像素子において、十分な開口率を確保しつつ、加工が容易な配線構造を得られるようすること。

【解決手段】 CCD型電気信号転送路(24)と、光の強度を電気信号に変換する光電変換手段(21, 22)と、この光電変換手段(21, 22)から転送路上へ電気信号を転送する手段(35)と、各区間の下端もしくはその直上の要素から電気信号を素子の外部に排出する手段(27)とを備える。隣接する2個の電気信号転送路(24)を1組とし、その左右に光電変換手段(21, 22)を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受光面内にK (≥ 4) 個の垂直CCD型電気信号転送路を備え、各電気信号転送路がL (≥ 4) 個の要素を備え、各電気信号転送路をN (≥ 2) 個の要素を持つM (≥ 2) 個の区間に区分し、各区間毎に、電気信号転送路と電気信号転送路の間に設けられる光の強度を電気信号に変換する光電変換手段と、この光電変換手段から電気信号転送路上へ電気信号を転送する手段と、電気信号転送路上で複数ステップ転送した後、各区間毎に電気信号を素子の外部に排出する電気信号排出手段を備える撮像素子において、隣接する2個の電気信号転送路を1組とし、各電気信号転送路の組と、その電気信号転送路の組と隣接する他の電気信号転送路の組との間に上記光電変換手段を設けていることを特徴とする撮像素子。

【請求項2】 各電気信号転送路中に光電変換手段に沿う緩やかな曲線部を備えることを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項3】 各電気信号転送路の組の各区間の光電変換手段は、その電気信号転送路の組と隣接する他の電気信号転送路の組の電気信号転送路の延在方向に隣接する区間の光電変換手段と隣接して設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の撮像素子。

【請求項4】 各区間にについて電気信号排出手段を設ける要素、またはこの要素に対して電気信号の転送方向上流側または下流側で隣接する要素の駆動用電極の電圧を独立に制御する手段を備えることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の撮像素子。

【請求項5】 上記電気信号排出手段が鉛直ゲート構造であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の撮像素子。

【請求項6】 上記光電変換手段から電気信号転送路へ電気信号を転送する手段は、各光電変換手段の電気信号転送方向の中央部分に設けられていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の撮像素子。

【請求項7】 受光面内にK (≥ 2) 個の垂直CCD型電気信号転送路を備え、各電気信号転送路がL (≥ 4) 個の要素を備え、各電気信号転送路をN (≥ 2) 個の要素を持つM (≥ 2) 個の区間に区分し、各区間毎に、電気信号転送路と、電気信号転送路の間に光の強度を電気信号に変換する光電変換手段と、この光電変換手段から電気信号転送路上へ電気信号を転送する手段と、電気信号転送路上で複数ステップ転送した後、各区間毎に電気信号を素子の外部に排出する電気信号排出手段とを備える撮像素子において、

上記光電変換手段の上記電気信号転送路の延在方向の長さが、電気信号転送路の1個の要素の電気信号転送路の延在方向の長さの $1/2 \cdot N^{1/2}$ 倍から $2 \cdot N^{1/2}$ 倍であることを特徴とする撮像素子。

【請求項8】 請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の撮像素子を備える電子式カメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速連続撮影用の撮像素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】本発明者は、先に、図18に示すような蛇行部ないしは曲線部を有する延直CCD型ISIS (In-situ Storage Image Sensor、画素周辺信号蓄積型撮像素子) を提案している(特開平9-55889号公報参照)。

【0003】この図18の撮像素子は、以下のような理由から曲線部を設けたものである。図19に示すように、真直なCCD転送路1を平行に設け、隣合うCCD転送路1の間に光電変換手段として細長いフォトダイオード2を設ける。フォトダイオード2は、その上端の読み込みゲート3からCCD転送路1に電荷を移す。CCD転送路1は電荷を下方に転送し、数10の要素を転送した後、転送路と転送路の間に作られたリセットゲート4を通してドレン5に移して、そこから素子外に排出する。これにより、各CCD転送路1の読み込みゲート3とリセットゲート4の間の区間毎に、常に数10枚の最新の画像情報が蓄積される。

【0004】しかし、図19に示すような構成とした場合、水平方向(受光面内においてCCD転送路1の延在方向に対して直交する方向)には各CCD転送路1毎にフォトダイオード2が設けられているのに対し、垂直方向(受光面内においてCCD転送路1の延在方向)には、数10画素毎にフォトダイオード2が設けられており、水平方向の画素密度に対して、垂直方向は数10(連続記録枚数)分の1となる。

【0005】これに対して、図20に示すように、フォトダイオード2の位置をずらして配置すると、垂直方向に少しづつ画素7の位置がずれるものの、各フォトダイオード2の代表する面は常に正方形が保たれる配列となる。すなわち、水平方向解像力と垂直方向解像力は等しく、各画素のサイズは縦横ともに連続記録枚数の平方根となる。また、この画素サイズはフォトダイオード2の長さとも等しい。しかし、図20の構成とすると、一つのフォトダイオード2とそのフォトダイオード2の下側のフォトダイオード2との間の空間8は、何も配置されておらず無駄になっている。超高速撮影では画像記録容量はできるだけ大きくする必要があるため、このような何も配置されない無駄な空間8を無くす必要がある。

【0006】そこで、上記図18に示すように各CCD転送路1にフォトダイオード2の形状に沿って緩やかな曲線部1aを設けると、受光面のうち、フォトダイオード以外の空間を全てCCD転送路1、すなわち記録要素で無駄なく埋めつくすことができる。曲線部1aの曲が

りがCCD転送路1の1要素当たり10度以下であれば、電荷の取り残しは生じない。よって、図18の構成とすれば、電荷の移送方向は一方向転送となるので転送方向の急変による電荷の取り残し等が生じることがなく、かつ、高速転送のための駆動電極上層の金属配線を大きく簡略化することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記図18の撮像素子を実際に製作するには、やや高度な加工を必要とする部分もある。これは図18において各フォトダイオード2の左斜め上、もしくは右斜め下の隙間9が、CCD転送路1の1本分しかないことに起因する。すなわち、CCD転送路1の駆動電極を高速で駆動するために裏打ちされる金属配線や、ドレーンゲート4の制御のための金属配線等は、フォトダイオードの上層を横切ることなく、この隙間9の上部空間を通して配線することが望ましい。よって、この隙間9の幅が十分でなければ、CCD転送路1の曲線部1aと対向する部分のフォトダイオード2の面積を削ることで隙間9の幅を広げる必要がある。しかし、この場合、開口率が低下する。高速化により、画像1枚当たりの入射光のエネルギーが不足する高速撮影では、可能な限り大きな開口率を確保し、高い感度を得るために、フォトダイオード2の面積を削ることはできる限り回避する必要がある。

【0008】本発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、延直CCD型の撮像素子において、十分な開口率を確保しつつ、加工が容易な配線構造を得られるようにすることを課題としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本願の第1の発明は、受光面内にK(≥ 4)個の垂直CCD型電気信号転送路を備え、各電気信号転送路がL(≥ 4)個の要素を備え、各電気信号転送路をN(≥ 2)個の要素を持つM(≥ 2)個の区間に区分し、各区間に毎に、電気信号転送路と電気信号転送路の間に設けられる光の強度を電気信号に変換する光電変換手段と、この光電変換手段から電気信号転送路上へ電気信号を転送する手段と、電気信号転送路上で複数ステップ転送した後、各区間に毎に電気信号を素子の外部に排出する電気信号排出手段を備える撮像素子において、隣接する2個の電気信号転送路を1組とし、各電気信号転送路の組と、その電気信号転送路の組と隣接する他の電気信号転送路の組との間に上記光電変換手段を設けていることを特徴としている。

【0010】各電気信号転送路に光電変換手段に沿う緩やかな曲線部を備えることが好ましい。

【0011】各電気信号転送路の組の各区間の光電変換手段を、その電気信号転送路の組と隣接する他の電気信号転送路の組の電気信号転送路の延在方向に隣接する区間の光電変換手段と隣接して設けることが好ましい。

【0012】各区間について電気信号排出手段を設ける要素、またはこの要素に対して電気信号の転送方向上流側または下流側で隣接する要素の駆動用電極の電圧を独立に制御する手段を備えることが好ましい。

【0013】上記電気信号排出手段が鉛直ゲート構造であることが好ましい。

【0014】上記光電変換手段から電気信号転送路へ電気信号を転送する手段は、各光電変換手段の電気信号転送方向の中央部分に設けることが好ましい。

【0015】本願の第2の発明は、受光面内にK(≥ 2)個の垂直CCD型電気信号転送路を備え、各電気信号転送路がL(≥ 4)個の要素を備え、各電気信号転送路をN(≥ 2)個の要素を持つM(≥ 2)個の区間に区分し、各区間に毎に、電気信号転送路と電気信号転送路の間に設けられた光の強度を電気信号に変換する光電変換手段と、この光電変換手段から電気信号転送路上へ電気信号を転送する手段と、電気信号転送路上で複数ステップ転送した後、各区間に毎に電気信号を素子の外部に排出する電気信号排出手段とを備える撮像素子において、上記光電変換手段の上記電気信号転送路の延在方向の長さが、電気信号転送路の1個の要素の電気信号転送路の延在方向の長さの $1/2 \cdot N^{1/2}$ 倍から $2 \cdot N^{1/2}$ 倍であることを特徴としている。

【0016】また、本願の第3の発明は、上記撮像素子を備える電子式カメラを提供するものである。

【0017】

【作用及び効果】第1及び第2の発明にかかる撮像素子は、それぞれの区間にごとに設けられた光電変換手段で生じた電気信号を、各区間の複数個の要素に連続的に蓄積できることにより、各区間の要素の個数に応じた連続画像を、撮像素子外に読み出ことなく、電気信号の発生したその場その場で蓄積することができる。そのため、第1及び第2の発明の撮像素子は、極めて高速での撮影が可能である。

【0018】また、第1の発明に係る撮像素子では、上記の効果の他、隣接する2個の電気信号転送路を1組とし、その左右に光電変換手段を備えるため、光電変換手段を点ではなく細長形状として面積を大きくすることができ、開口率を大きくできる。また、受光面内の電気信号記録容量を増加させて、連続撮影枚数を増加させることができる。

【0019】各電気信号転送路中に光電変換手段に沿う緩やかな曲線部を設けた場合には、光電変換手段の直下の面も転送路で埋めつくすことができ、受光面内の電気信号記録容量を最大にして、連続撮影枚数を最大にすることができる。

【0020】2個の光電変換手段を上下方向に隣接して設けた場合には、各光電変換手段の端部に対応して設ける電気信号転送路の曲線部を減らすことができる。すなわち、光電変換手段を1個単独で設けた場合には、この

光電変換手段を迂回するために、電気信号転送路に光電変換手段の上方及び下方の合計2箇所に曲線部を設ける必要があるのに対して、2個の光電手段を上下方向に隣接して設けた場合には、1個の光電変換手段については上方又は下方のいずれか一方にのみ曲線部を設ければよく、曲線部の数を低減し、開口率を上げることができる。逆に、開口率を上げるために曲線部の曲率を大きくすると画質の劣化の原因となるが、本発明ではこれを防ぐことができる。

【0021】各区間について電気信号排出手段を設ける要素、またはこの要素に対して電気信号の転送方向上流側または下流側で隣接する要素の駆動用電極の電圧を独立に制御する手段を設けた場合には、その駆動用電極の電圧を一定に保ち、上記要素の電位障壁を他の要素よりも高い一定の値に保つことによって、各区間の最上端から下端に転送されてきた電気信号の一部が、電気信号排出手段で完全に排出されずに下方に転送され、下方の区間の電気信号に混入されて画質の劣化を招くのを防ぐことができる。

【0022】上記電気信号排出手段を鉛直ゲート構造とした場合には、電気信号転送路の上面に設けられる、電気信号排出手段を制御するための金属線、および光電変換手段で過剰な電気信号が発生したときの自動排出手段を制御するための金属線を省略することができる。これは再生画像の画質を大幅に向上升せる。

【0023】上記光電変換手段から電気信号転送路へ電気信号を転送する手段を各光電変換手段の電気信号転送方向の中央部分に設けた場合には、光電変換手段において発生した電気信号を電気信号転送路へ転送し易くなる。

【0024】第2の発明のように、上記光電変換手段の上記電気信号転送路の延在方向の長さを、電気信号転送路の1個の要素の転送路の延在方向の長さの $1/2 \cdot N^{1/2}$ 倍から $2 \cdot N^{1/2}$ 倍とした場合、光電変換手段は十分な長さを有し、十分な開口率を確保することができる。なお、光電変換手段の長さをこれ以上長く設定すると、転送路の延在方向の分解能が十分でない。

【0025】上記撮像素子を備える電子カメラは、高感度、低ノイズで、100万枚/秒の撮影速度を持つ超高速ビデオカメラとなる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、図面に示す実施形態に基づいて本発明について詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る高速撮影用の撮像素子10を備えるビデオカメラを示している。レンズ11により結像させた入射光は、撮像素子10によりアナログ信号に変換される。撮像素子10から出力されたアナログ信号(画像)は、図1に示すように、アンプ12、A/D変換器13を介してデジタル信号としてメインメモリ14に送られる。画像処理装置15は、メインメモリから読み出

したデジタル信号を処理して画像を再生する。再生された画像はモニターディスプレー16に表示される。なお、図1において17は制御装置であり、アンプ12、A/D変換器13、トリガー信号発生装置(図示せず。)等の装置全体を制御する。

【0027】図2は撮像素子10の受光面の一部である。図2において、21、22は光電変換手段を構成するフォトダイオード、24はCCD型電気信号転送路(CCド転送路)、25はストレッジ、27はドレンである。撮像素子10は、受光面内にK(≥ 4)個のCCD転送路24を備え、各CCD転送路24はL(≥ 4)個の要素30を備え、各CCD転送路24はN(≥ 2)個の要素30を持つM(≥ 2)個の区間に区分し、隣接するCCD転送路24間に、各区間ごとに1個、フォトダイオード21、22を備えている。なお、受光面は、フォトダイオード21、22の部分を除き、図示しないアルミ製の遮光層により覆われている。

【0028】図2に示すように、2個のフォトダイオード21、22が垂直方向に隣接して設けられている。垂直方向に隣接する2個のフォトダイオード21、22の組と、このフォトダイオード21、22の組と最も近い垂直方向に隣接する2個のフォトダイオード21、22の組との間には、2本のCCD転送路24が通っている。このダイオード21、22の組の上側又は下側でCCD転送路24に曲線部24a、24bが形成されている。この曲線部24a、24bによりダイオード21、22を配置する隙間35が形成されている。

【0029】フォトダイオード21、22を中心とする正方形領域が、それぞれ一つの画素29を構成している。画素29は、フォトダイオード21、22の左右に3本づつ、合計6本のCCD転送路24を備えている。各CCD転送路24は1画素あたり8個の要素30を備えている。

【0030】各フォトダイオード21、22で発生した電気信号(電荷)は、図において上方(電荷の転送方向上流側)に設けられたストレッジ25に集められ、そこから隣接する1つのCCD転送路24に転送される。CCD転送路24では、図において下方に電荷が転送される。そのまま下方に転送され続けると、そのフォトダイオード21、22が含まれる画素29の6つ下側の画素29のフォトダイオード21、22で発生し、ストレッジ25からCCD転送路24上に転送される電荷と混合し、画像情報として分離できなくなる。そこで、各ストレッジ25の直上で、上方から送られてきた電荷をドレン27に移して、そこから素子外に排出するようしている。このとき、ストレッジ25とドレン27の区間28(図2に図示する。)が、フォトダイオード21、22で発生した電荷の記録領域となる。区間28には、要素30が48個含まれる。なお、この48個という数は、1個の画素29当たりの要素30の数で

ある8個と、1個の画素29当たりのCCD転送路24の本数6本の積に対応している。以上により、撮影中は連続上書き記録が可能であり、画像の連続記録枚数は48枚である。

【0031】撮影対象とする現象が生起し、撮影が終了したときは、通常のCCDの転送操作により、1方向輸送を行い受光面外に設けられた水平CCD31に転送し、そこからさらに転送されて1信号づつ画像情報として読み出される。

【0032】なお、CCD転送路24の延在方向のフォトダイオード21, 22の長さL1は十分大きく設定されている。この長さL1は、CCD転送路24の1個の要素30のCCD転送路24の延在方向の長さL2の $1/2 \cdot N^{1/2}$ 倍から $2 \cdot N^{1/2}$ 倍の範囲で設定することが好ましい。フォトダイオード21, 22の長さL1をこの範囲で設定すれば、十分な開口率が得られる。長さL1を $1/2 \cdot N^{1/2}$ 程度に小さくすれば曲線部24a, 24bの曲率が小さくなり、撮像素子10の製造が容易になる。ただし、長さL1が $1/2 \cdot N^{1/2}$ を下回ると開口率が小さくなり過ぎる。また、長さL1が長さL2の $2 \cdot N^{1/2}$ 倍を越えると、フォトダイオード21, 22がその上又は下の画素29中に突き出すことになり、上下の画素29の電荷が混在するため、CCD転送路24の延在方向の分解能が低くなる。よって、長さL1は $2 \cdot N^{1/2}$ 以下の範囲で設定することが好ましい。

【0033】図3は図2の詳細を示したものである。この図3と図4とに示すように、受光面の下層側には、まず、CCD転送路24、フォトダイオード21, 22、ストーレッジ25、ドレーン27が設けられている。また、この層の上には、図5に示すように、CCD転送路24駆動用のポリシリコン電極36a, 36b, 36cが設けられている。このポリシリコン電極36a～36cは、CCD転送路24の要素30の1/3の幅を有し、かつ、CCD転送路24の6本分の長さを有する短冊状である。本実施形態では、CCD転送路24は3相駆動であり、ポリシリコン電極36a～36cはそれぞれ1相から3相に対応している。各相のポリシリコン電極36a～36cは、フォトダイオード21, 22の部分を避けて設けられている。なお、図5において37は、リセットゲートである。

【0034】上記ポリシリコン電極36a～36cより上層側には、図6に示すように、隣接する2本のCCD転送路24の境界を中心としてCCD転送路24駆動用のアルミニウム裏打線38a, 38b, 38cが設けられている。すなわち、アルミニウム裏打線38a～38cは、2本のCCD転送路24に対して1本の割合で設けられている。各アルミニウム裏打線38a, 38b, 38cはそれぞれ1相から3相に対応している。各アルミニウム裏打線38a～38cは、後述するCCD転送路24間のチャンネルトップ上でポリシリコン電極3

6a～36cに対してコンタクトポイント46a～46cを介して接続されている(図9参照)。

【0035】CCD転送路24の駆動電圧はアルミニウム裏打線38a～38cを通して垂直方向に伝えられ、コンタクトポイント46a～46cからポリシリコン電極36a～36cに伝えられる。さらにポリシリコン電極36a～36cの水平方向に両端まで伝えられる。隣接する3本のアルミニウム裏打線38a～38cが一組となって、各1本のアルミニウム裏打線38a～38cから、各1相の電圧変化が伝えられる。ポリシリコン電極36a～36cを通しての水平方向の電圧の伝達は、最長でもCCD転送路24の6本分となる。それより遠くは別のコンタクトポイント46を通して、別のアルミニウム裏打線38a～38cから伝達される。

【0036】図7に示すように、CCD転送路24駆動用のアルミニウム裏打線38a～38cと同一層にリセットゲート37駆動用のアルミニウム裏打線40が設けられている。フォトダイオード21のリセットゲート37はアルミニウム裏打線40に対して図において右側に隣接しているので、アルミニウム裏打線40とゲート制御電極41(図13に図示する。)とをそのままコンタクトすることができる。一方、フォトダイオード22のリセットゲート37は、アルミニウム裏打線40に対してフォトダイオード21, 22を設けるための隙間35を挟んで逆の側にあるので、アルミニウム裏打線40を水平に伸ばした分岐線40aにより接触を確保する必要がある。ただし、この分岐線40aの部分は2個の上下に隣接するフォトダイオード21, 22の境界部分であるため、フォトダイオード21, 22の上を跨ぐことなく、アルミニウム線を伸ばすことができる。アルミニウム線を上下2層に作ることは、製造工程数を大きく増加させ、ノイズの増加の原因になるが、同一平面上を延伸させることは技術上何の問題もない。

【0037】なお、隙間35の図において右側に位置するアルミニウム裏打線40'は無くても良い。本実施形態では、図8に示すように、リセットゲート37の直下の駆動電極36dを、他のポリシリコン電極36a～36cと切り離しており、この電極36dにアルミニウム裏打線40'を接続し、画質改善のための手段としている。すなわち、連続撮影中は、この駆動電極36dの電位を一定に保ち、垂直方向のチャンネルトップとする。これにより、ドレーン27で排出しきれなかった電荷が下方に混入して転送され、画質が劣化することを防ぐことができる。撮影が終わって電荷を読み出すときには、通常のポリシリコン電極36a～36cと全く同じに操作する。

【0038】一つの隙間35に設けられたフォトダイオード21, 22のうち下方のダイオードは、上記アルミニウム裏打線40'の図において左側に位置しているため、コンタクトポイント46dにより駆動電極36dを

アミニウム裏打線40'に対して接続することができる。一方、上方のフォトダイオード21は、上記アルミニウム裏打線40'に対して隙間35を挟んで逆の側にあるので、アルミニウム裏打線40を水平に伸ばした分岐線40'aにより接触を確保する必要がある。ただし、この分岐線40'aはフォトダイオード21, 22の上を跨ぐことなく、アルミニウム裏打線40'同一平面上に延伸するものであるため、特に複雑な加工技術を用いることなく形成することができる。

【0039】図9は図3のA-A'断面を示している。この図9に示すように、n基盤層48の上に中間層であるp層49があり、その上にCCD転送路24であるn-層が設けられている。ポリシリコン電極36a～36cには、上記したようにアルミニウム裏打線38a～38cから電圧が加えられる。この図9のA-A'断面に示すように、3相のアルミニウム裏打線38cがコンタクトポイント46aを介して3相のポリシリコン電極36cと接続している。なお、1相及び2相のアルミニウム裏打線38a, 38bは紙面の奥行き方向後方にあり、それぞれコンタクトポイント46a, 46cを介してアルミニウム裏打線38cと接続している。

【0040】図10は、図3においてフォトダイオード21からストーレッジ25を経由してCCD転送路24にいたるB-B'断面を示している。読み出しゲート60の制御電極は転送用駆動電極であるポリシリコン電極36bと兼用になっている。読み出しゲート60はp層で構成されており、CCD転送路24とストーレッジ25を隔てる障壁となっている。ポリシリコン電極36bの電圧が最大になる相では、CCD転送路24の電位が最大になるとともに、読み出しゲート60の電位がストーレッジ25の電位より高くなり、電位障壁が下がって、ストーレッジ25から転送路に電荷が転送される。さらに、隣接するCCD転送路24間にp+層のチャンネルトップ62があり、電荷の水平方向の拡散を防止している。

【0041】図11は図10におけるストーレッジ25の鉛直方向の断面E-E'の電位分布を示している。通常の電位分布は実線90で示している。p層49が障壁となって基盤48に電荷が抜けることはないが、強すぎる光により電荷が過剰になると、点線91で示すようにストーレッジ25の電位の井戸が埋められ、電荷が溢れ、基盤48から素子外に排出される。すなわち、これは鉛直オーバーフローゲートになっており、ブルーミング防止に役立つ。

【0042】図12の点線92は、素子底面の電圧を大きくしたときの、ストーレッジ25における鉛直方向の電位分布を示している。鉛直下方に行くほど電位が全体的にシフトし、p層49の電位障壁がなくなり、電荷は全て基盤48から素子外に排出される。これは鉛直ゲート型電子シャッターである。

【0043】図13は図3においてリセットゲート37からドレーン27に至る断面C-C'を示している。リセットゲート37の電極41に電圧をかけると、下部のp層49の電位障壁が下がり、CCD転送路24からドレーン27に電荷が排出される。排出された電荷は一旦ドレーン27上層のn-層66に蓄積されるが、基盤48に底面から一斉に電圧をかけると、基盤48を通じて素子外68に排出される。

【0044】図14は図3のD-D'断面を示している。この図14に示すように、フォトダイオード21, 22からCCD転送路24に電荷が拡散しないように、強いチャンネルトップ領域69が設けられている。

【0045】通常の家庭用ビデオカメラでは、転送速度が遅いので、駆動電圧はポリシリコン電極だけを通り、受光面の外側から数100本の転送路を横切って水平方向に伝えられる。しかしながらポリシリコンの電気抵抗は、アルミニウム等の金属に比べてけた違いに大きいので、ポリシリコンだけを使うと、高速転送においては、電圧の伝達に遅れが生じる。しかし、本実施例においては、ポリシリコン電極上の電圧の伝達は、転送路6本分の距離であるから、電圧の伝達遅れは問題にならない。

【0046】本実施形態では画素全体を縦に貫いて中央に細長いフォトダイオードが設けられている。このフォトダイオードが水平方向に駆動電圧を伝達するのを妨げる。無理に伝達するには、フォトダイオードの上部をまたいで細い金属線か、透明材料で線を引く必要がある。これは開口率の減少や、フォトダイオードに到達する光のスペクトル特性の歪、構造の複雑化に伴うノイズの増加等の原因になる。しかし、本実施形態ではフォトダイオード21, 22と、その右方にあるフォトダイオード21, 22の間には6本の転送路があるので、その間に3本の駆動電極裏打ち用アルミニウム線が設けられており、駆動に必要な3相の電圧変化を伝えることができる。したがってフォトダイオードの上層に電圧を水平に伝達するための配線をする必要がない。

【0047】また、本実施形態の撮像素子10では、2個のフォトダイオード21, 22を上下方向に隣接して備え、これら上下に隣接した2個のフォトダイオード21, 22の組と、これに最も近い他の上下に隣接した2個のフォトダイオード21, 22の組との間を複数本のCCD転送路24が通過するため、CCD転送路24毎に各フォトダイオード21, 22の端部の曲線部分を上下2箇所から、上もしくは下の1箇所に減らすことができ、開口率を上げることができる。逆に開口率を上げるために曲線部の曲率を大きくすると画質の劣化の原因となるが、本実施形態ではこれを防ぐことができる。

【0048】さらに、2個のうち1個のフォトダイオード21, 22からの電気信号転送手段を右もしくは左側のCCD転送路24へ、他の1個からの転送手段を反対

11

側のCCD転送路に接続することができ、これにより近接する2組の各2個のフォトダイオード21, 22の間を通るCCD転送路24の各々に、フォトダイオード21, 22から電気信号を送ることができる。CCD転送路24の上部の空間には、上記のように高速撮影を可能にするために速やかに駆動電極の電圧を変化させるための金属配線と、電気信号排出手段等を制御するための配線を組み込む必要があるが、近接する光電変換手段の間に1本のCCD転送路しかない場合は、その上部に複数の金属線を通すには、金属線を上下2層に分けて組み入れたり、金属線の幅を細くして、同じ平面内で1本の転送路上に横に並行に複数の金属線を組み入れる等の高度の加工が必要になる。しかし、本実施形態のように2本のCCD転送路があると上部空間の幅は2倍となり、複数の金属線を配置することがはるかに容易になる。容易な加工はノイズの原因を減らし、再生画像の画質を向上させる。

【0049】図15及び図16は、第1実施形態の変形例を示している。図2及び図3に示すように、第1実施形態では、フォトダイオード21, 22の図において上端部分（電荷の移送方向上流側）にストーレッジ25が設けられているのに対して、この図15及び図16に示す変形例では、フォトダイオード21, 22の長さ方向中央部分にストーレッジ25が設けられている。

【0050】この場合、各CCD転送路24のドレン27と接続された要素30よりも電荷の移送方向に一つ下流側の要素から、そのドレン27の電荷の移送方向下流側のストーレッジ25と接続された要素30よりも電荷の移送方向に一つ上流側の要素30までの4個の要素には電気信号は蓄積されず、その分だけ連続撮影枚数は減少する。しかし、この変形例では、以下に説明するように、フォトダイオード21, 22からCCD転送路24への電荷が移送し易くなるという利点がある。

【0051】前記図10に示すように、フォトダイオード21, 22に発生した電荷をストーレッジ25に蓄積するために、フォトダイオード21, 22の電位をストーレッジ25側に向けて徐々に高く設定し（ $n_1 > n_2 > n_3 > n_4$ ）、電位勾配を持たせている。この点は、この変形例も第1実施形態と同様である。しかし、この変形例では、上記のようにストーレッジ25をフォトダイオード21, 22の長さ方向中央部分に設けたため、フォトダイオード21, 22上のストーレッジ25と最も離れた位置からストーレッジ25までの距離が、図2及び図3の示すようにフォトダイオード21, 22の上端部分にストーレッジ25を設けた場合の約1/2となる。よって、この変形例では、フォトダイオード21, 22で発生した電荷がストーレッジ25に集まりやすくなる。具体的には、この変形例では、第1実施形態と同じ電位勾配に設定すると、フォトダイオード21, 22の最も電位が低い部分と電位が高い部分との電位差を、

10

12

第1実施形態の約1/2となる。よって、この変形例では、電荷をストーレッジ25からCCD転送路24に移送するために必要な電位は第1実施形態の約1/2程度となり、フォトダイオード21, 22からCCD転送路24への電荷の移送が容易になる。

【0052】図17は、本発明の第2実施形態にかかる撮像素子を示している。この第2実施形態では、受光面には、曲線部（図2参照）のない真直なCCD転送路24が互いに平行に設けられている。また、2本のCCD転送路24が一組となっており、一組のCCD転送路24と、これと隣り合う他のCCD転送路24の組の間にCCD転送路24と平行な隙間50が形成されている。この隙間50にはフォトダイオード21, 22、ストーレッジ25、ドレン27、リセットゲート37が設けられている。フォトダイオード21, 22の図において上下方向の間隔は一定に設定されている。

【0053】各隙間50内のフォトダイオード21, 22は隙間50の左右に位置するCCD転送路24に交互に接続されている。すなわち、フォトダイオード21のストーレッジ25が隙間50の左側に位置するCCD転送路24に接続され、同じ隙間50内に設けられた直上又は直下のフォトダイオード22は隙間50の図において左側のCCD転送路24に接続されている。

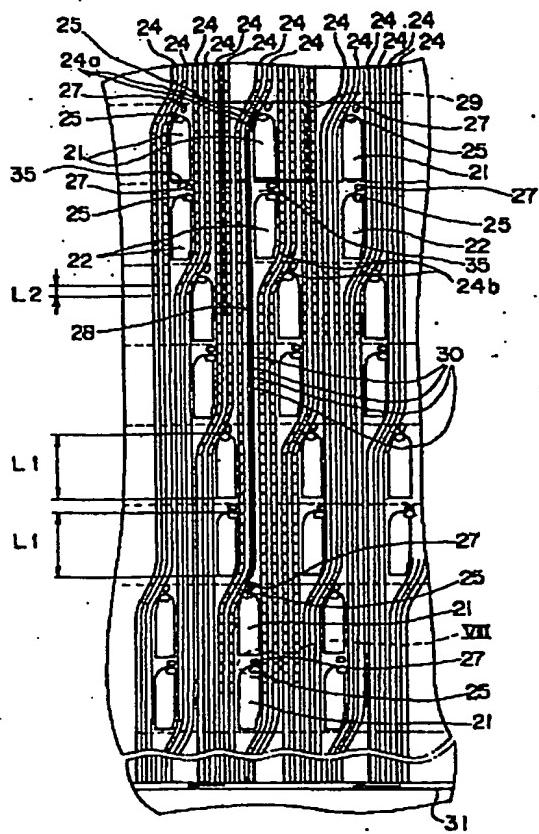
【0054】かかる構成とした第2実施形態の撮像素子は、隣接する2個のCCD転送路24を1組とし、その左右にフォトダイオード21, 22を設けているため、上記図18のように1個のCCD転送路1の左右にフォトダイオード2を設けた場合と比較して受光面におけるCCD転送路24が示す面積が大きくなり、受光面内の電気信号記録容量を増加させて、連続撮影枚数を増加させることができる。具体的には、図18の場合には、受光面の約50%がCCD転送路1が配置されず無駄になっているが、第2実施形態の場合には、この無駄は受光面の約33%に低減されている。

【0055】上記した第1実施形態と比較すると、第2実施形態の撮像素子は開口率が低くなるが、直線状の大きな隙間50が存在する分だけ加工が容易である。なお、上記第1実施形態と同様に、フォトダイオード21, 22の長さL1は、CCD転送路24の1個の要素30の転送路の延長方向の長さL2の $1/2 \cdot N^{1/2}$ 倍から $2 \cdot N^{1/2}$ 倍の範囲で設定することが好ましい。第2実施形態においてCCD転送路24に曲線部を設ければ、第1実施形態と同様の構成となる。一組のフォトダイオード21, 22を上下方向に離して配置してもよい。第2実施形態のその他の構成及び作用は上記した第1実施形態と同様であるので同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

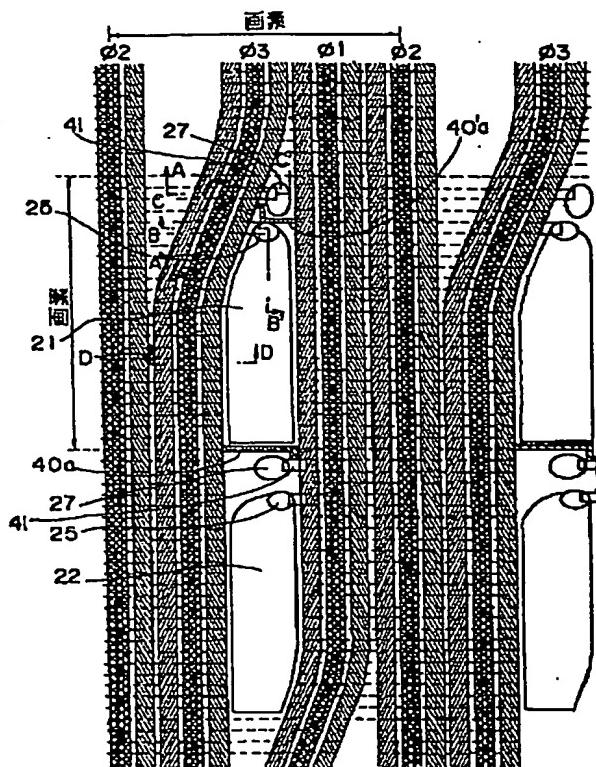
【0056】本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、第1実施形態では、一对のフォトダイオードの間を2本のCCD

50

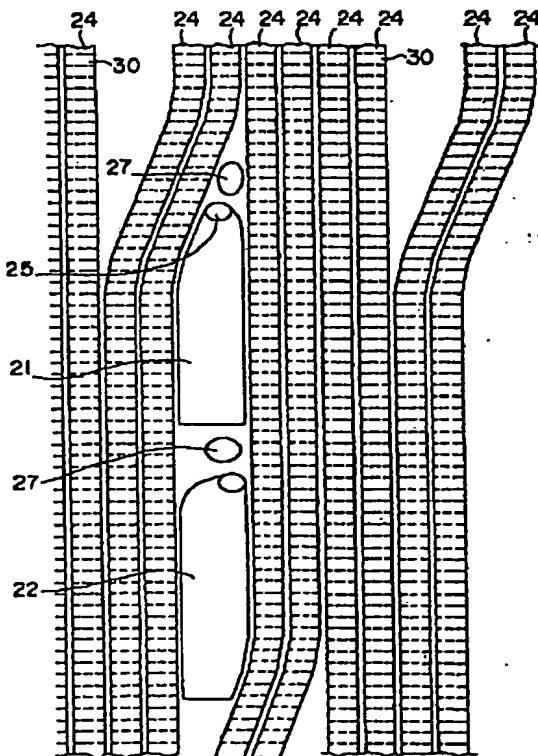
[図2]



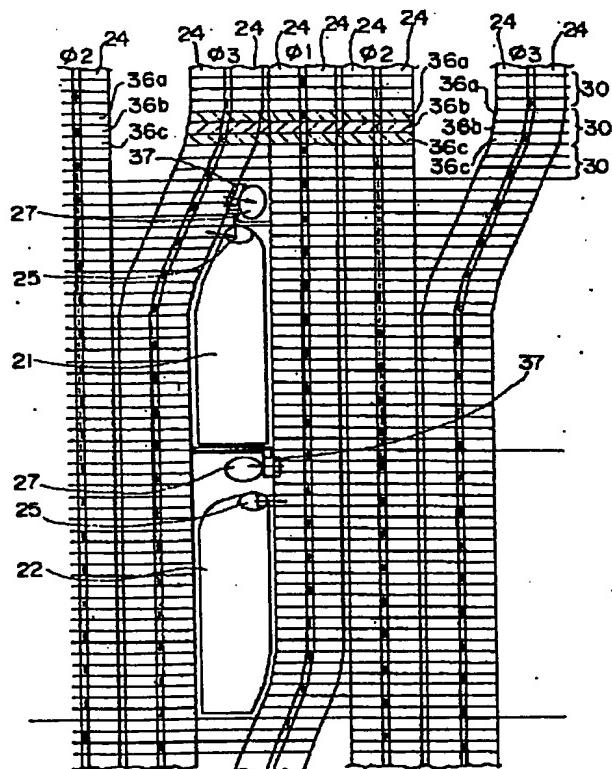
[図3]



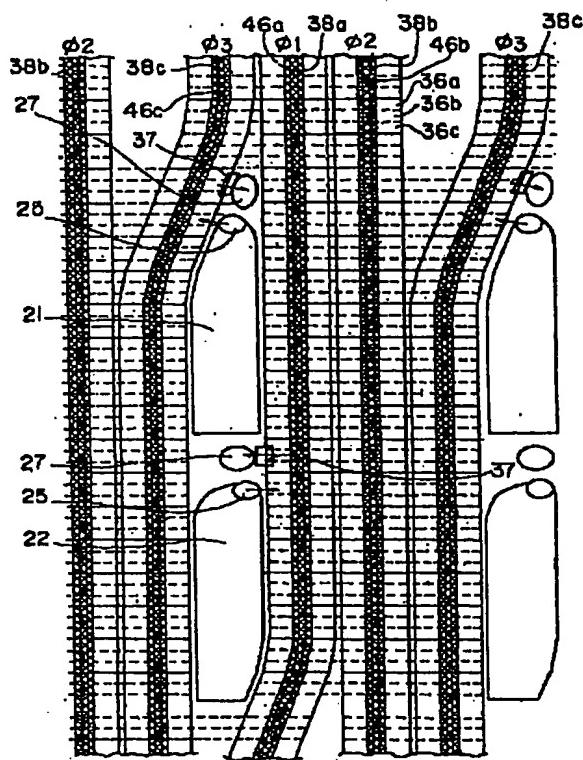
〔図4〕



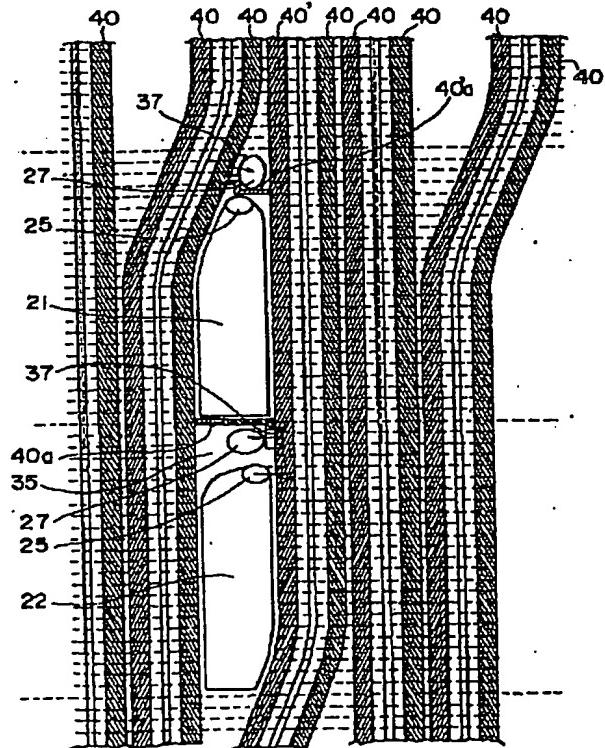
【図5】



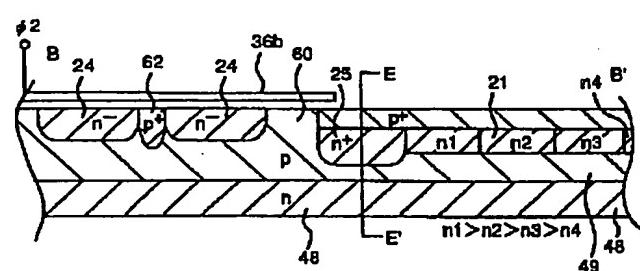
【図6】



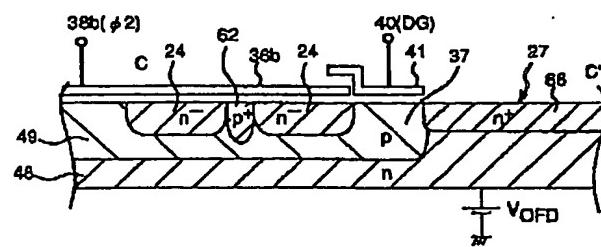
【図7】



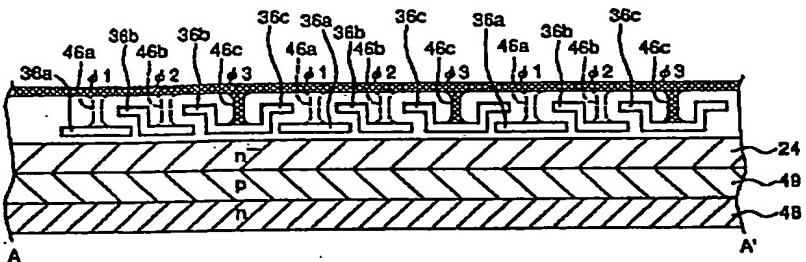
【図10】



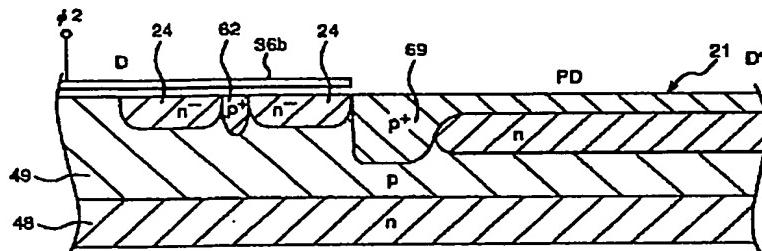
【図13】



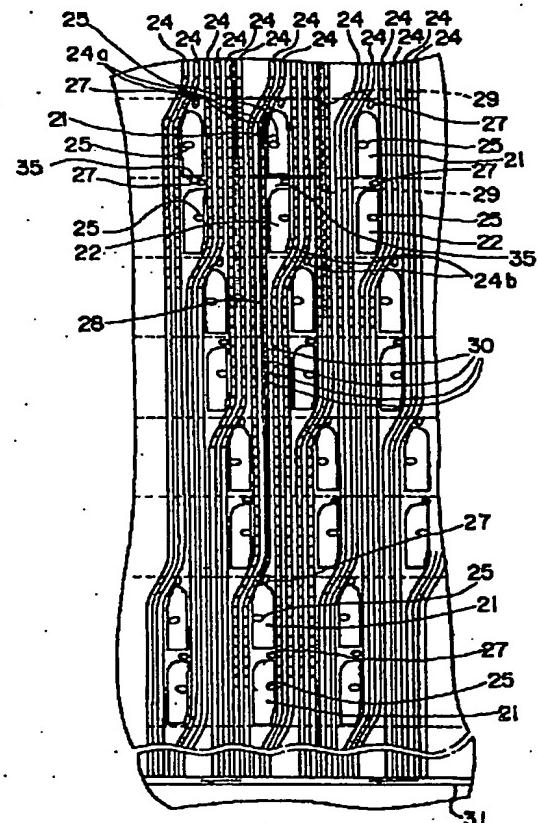
[図9]



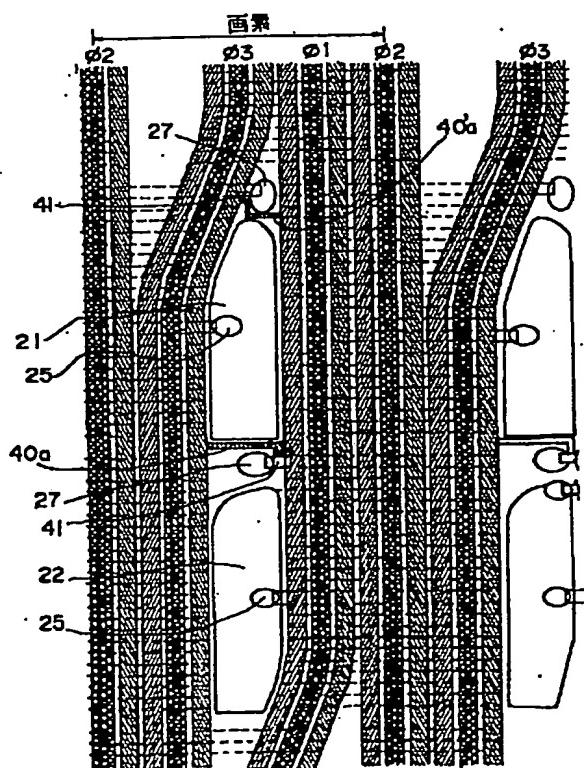
【図14】



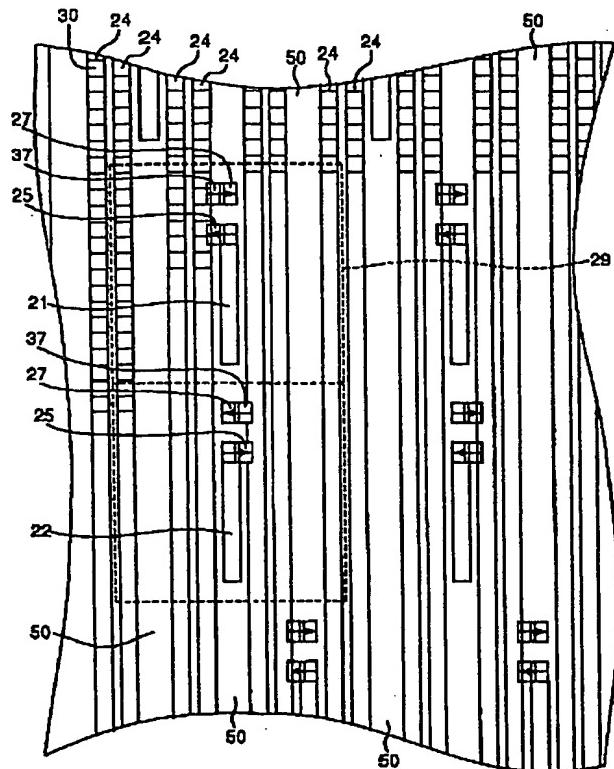
【図15】



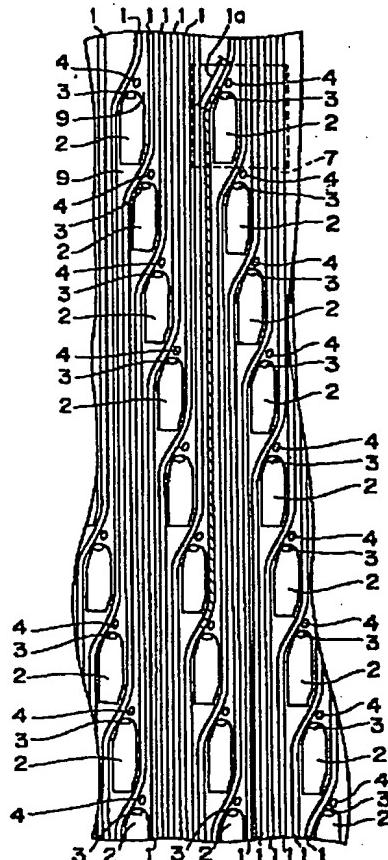
(图 16)



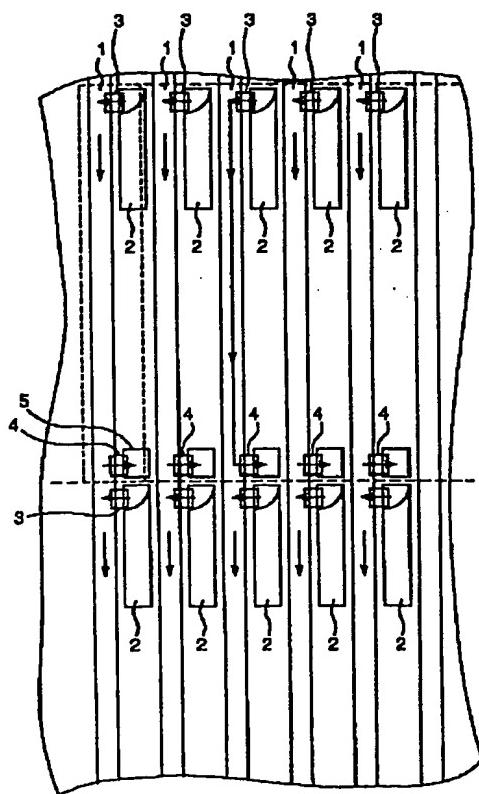
【図17】



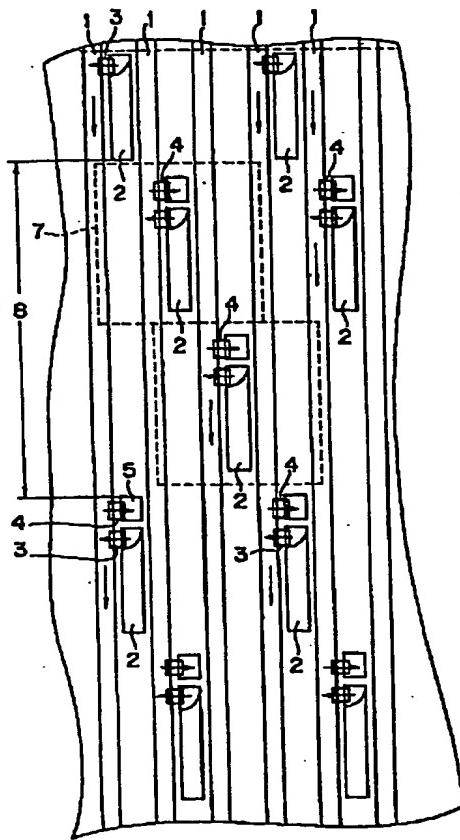
[図18]



【図19】



【図20】



This Page Blank (uspto)